Aus der Hautklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Wilhelm Schneider

Zur Wirkung vorwiegend mechanisch reinigender Handwaschmittel

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Uta Martin
aus Meisenheim

1970

Aus der Hautklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Wilhelm Schneider

Zur Wirkung vorwiegend mechanisch reinigender Handwaschmittel

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Uta Martin
aus Meisenheim

1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. Dr. K. Mayer

1. Berichterstatter: Professor Dr. H. Tronnier
2. Berichterstatter: Professor Dr. W. Schneider

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG • Tübingen

Meinen Eltern in Dankbarkeit

gewidmet

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Mechanik des Waschens	2
	a) Emulsionswäsche	2
	b) Lösungswäsche	3
	c) mechanischer Hautabrieb	4
III.	Anatomie und Physiologie der Haut	5
IV.	Methode und Material	8
	a) Effekt des Waschens	8
	b) Hornschichtabrieb	9
	c) Alkalineutralisation	10
	d) Temperatur	11
	e) Feuchtigkeit	11
	f) Resonanzfrequenz	12
	g) Rauhigkeit	13
V.	Eigene Untersuchungen	14
	a) Bestimmung der Waschwirkung	16
	b) Bestimmung des Hornschichtabriebes	17
	c) Histologische Untersuchungen	18
	d) Bestimmung der Alkalineutralisationszeiten	24
	e) Temperaturmessung	25
	f) Bestimmung der Feuchtigkeitsabgabe	27
	g) Prüfung der Resonanzfrequenz	28
	h) Bestimmung der Rauhigkeit	29
	i) Makroskopische Hautveränderungen	30
VI.	Diskussion der Ergebnisse	31

Seite

VII. Zusammenfassung 37

VIII. Literaturverzeichnis 38

I. Einleitung

Entsprechend der unterschiedlichen physikalisch-chemischen Wirkungsweise der Waschmittel lassen sich folgende Gruppen der Hautreinigung unterscheiden:

1. Emulsionswäsche
2. Lösungswäsche
3. mechanischer Hautabrieb.

Während über die Wirkung und Nebenerscheinungen der Emulsionswaschmittel entsprechend ihrer allgemeinen Bedeutung Untersuchungen in der dermatologischen Literatur vorliegen, fehlen bisher Kenntnisse über Reinigungskraft und Hautverträglichkeit von Scheuermitteln und Kombinationspräparaten, die man bei spezieller Verschmutzung der Haut anwendet, wie z.B. auch bei radioaktiver Kontamination der Haut.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, die Wirkung und Nebenerscheinungen dieser vorwiegend mechanisch reinigenden Waschmittel mit Hilfe von in der Literatur angegebenen und neuentwickelten Methoden zu untersuchen und mit der Wirkung handelsüblicher Emulsionswaschmittel und Wasser zu vergleichen.

II. Mechanik des Waschens

a) Emulsionswäsche

Die hier zur Diskussion stehenden waschaktiven Substanzen bestehen aus organischen, grenzflächenaktiven Stoffen. Man bezeichnet sie auch als amphipathisch, weil ihre Moleküle sowohl einen hydrophilen als auch einen hydrophoben Rest enthalten. Die hydrophile Gruppe verleiht den Emulsionswaschmitteln ihre die Waschwirkung bedingenden Eigenschaften wie Netz-, Emulgier- und Dispergiervermögen, Wasch- und Schaumkraft. (18)
Im angelsächsischen Schrifttum werden diese Stoffe als "Surfactants" (surface active agents) bezeichnet, in der deutschen Literatur als N e t z e r oder nach G ö t t e als Tenside. (7)
Eine Unterteilung der Tenside ist möglich nach der Ladung ihres Fettkernrestes. Danach unterscheidet man zwischen ionogenen und nicht-ionogenen Verbindungen. Weiterhin werden die ionogenen grenzflächenaktiven Substanzen in anion- und kationaktive Verbindungen aufgegliedert. Die größere praktische Bedeutung als Waschrohstoffe haben die anionaktiven Verbindungen, zu denen die Seifen, chemisch Carboxylalkaliseifen und der größte Teil der synthetischen Tenside (19), nach der angelsächsischen Literatur auch S y n d e t s (synthetic detergents) genannt, gehören. Chemisch handelt es sich bei den Syndets vorwiegend um Sulfate und Sulfonate von Fetten und aliphatischen Kohlenwasserstoffen oder um davon abgeleitete Verbindungen.

Der amphipathische Bau der Waschmittelmoleküle führt in wässriger Lösung zu einer weniger ausgeprägten Grenzfläche der hydrophilen Gruppe zum Wasser und zu einer ausgeprägten Grenzfläche Kohlenwasserstoff zu Wasser.

Das Bestreben, diese Grenzflächen zu verkleinern, führt zur Aggregation der Waschmittelmoleküle untereinander, zur Bildung von Mizellen und zu einer bevorzugten Adsorption an Grenzflächen (13).
Die Adsorption an Grenzflächen hat eine deutliche Erniedrigung der Oberflächenspannung zur Folge, die für Wasser 72 dyn/cm beträgt und durch Waschmittel bis auf die Hälfte herabgesetzt werden kann. Durch diese Herabsetzung der Grenzflächenspannung, bedingt durch die Waschmittellösung, kommt es zu gleichmäßiger Benetzung des zu waschenden Substrates und zur Veränderung des Schmutzes durch das Waschmittel. Es findet eine Umnetzung (18 a) statt, ein Ersetzen der Grenzfläche Schmutz/Haut durch die Grenzfläche Waschmittel/Haut. Der Schmutz wird also von der Oberfläche abgehoben und in der Waschmittellösung auspendiert. Die Waschwirkung läßt sich noch steigern durch Reiben und Bewegen der Waschflotte, wie von B a c o n und S m i t h experimentell nachgewiesen wurde.

b) Lösungswäsche

In der Gruppe der Lösungsmittel gehören das Wasser und die große Zahl organischer Lösungsmittel, wie man sie u.a. zur Entfernung von toxischen, sensibilisierenden oder lichtsensibilisierenden Verunreinigungn der Haut durch Lacke, Farben, Mineralöle, Teer und ähnliches benutzt (18b). Derartige Verschmutzungen werden durch schnelles Lösen in spezifischen Lösungsmitteln rasch von der Haut entfernt.

c) Mechanischer Hautabrieb

Bei den mechanischen Reinigungsmitteln unterscheidet man zwei Gruppen von Scheuermitteln nach Art der Reinigungswirkung:

1. die Gruppe der vorwiegend aus Quarzsand, Bimssteinpulver und Kreide bestehenden reinen Scheuermittel, deren Reinigungseffekt allein auf dem mechanischen Abscheuern der Verschmutzung beruht und

2. Reinigungsmittel, die Feststoffe enthalten, wie etwa Kaolin oder Holzmehl, und die infolge deren oberflächenaktiven Eigenschaften zusätzlich zu der mechanischen Reinigungskraft die Schmutzstoffe absorbieren (18c).

Diese Scheuer- und Absorptionsmittel werden in der Regel nicht allein, sondern kombiniert mit Seifen, synthetischen Waschmitteln oder organischen Lösungsmitteln und zwar vorwiegend in der Form von Handwaschpasten verwendet.

III. Anatomie und Physiologie der Haut

Die ständige Abschilferung von verhornten Schuppen an der Hautoberfläche wird durch die normalerweise gleichmäßig ablaufende Zellteilung in der Tiefe der Epidermis ausgeglichen.

"Es findet eine stetige Strömung von neugebildeten, sich von Zellage zu Zellage umgestaltenden Zellen von innen nach außen statt" (19a).

Dieser Zellnachschub beruht auf Mitosen in der tiefsten Zellschicht der ektodermal angelegten, etwa 0,1 - 0,2 mm dicken Epidermis, dem stratum basale. Die zylindrischen Zellen dieser Basalzellenschicht sind einschichtig angeordnet und mit Hilfe von Protoplasmafortsätzen in dem darunter liegenden mesodermalen Corium verankert. Distalwärts bilden sich die Basalzellen in Zellen des stratum spinosum (Stachelzellenschicht) um, das eine üppige Schicht aus größeren polyedrischen Zellen darstellt. Zwischen den Zellen befinden sich schmale Saftlücken, die durch dünne, die Zellen miteinander verbindende Protoplasmafortsätze überbrückt werden. Durch diese Zellbrücken laufen die Tonofibrillen, die nach S a a l e c k e r (14) ein auf mechanische Beanspruchung des Epithels ausgerichtetes trajektorelles System darstellen. Nach L e b l o n d (11) finden sich diese Tonofibrillen in allen Geweben, die einer Keratinisation unterliegen. Auch in der Epidermis sind sie in allen Schichten mit Ausnahme des stratum lucidum nachgewiesen (1). B a r g m a n n (1) faßt die wasserreichen, lebenden unmittelbar auf der Versorgungsbasis, dem Corium, liegenden Zellagen der Basalzell- und Spindelzellschicht unter dem Sammelbegriff "stratum germinativum" zusammen. Die Zellen des stratum germinativum gehen distal in die Zellen des stratum granulosum über, in dessen Zellen sich glänzende Körnchen (Keratohyalinkörnchen) befinden, die sich intensiv mit basischen Farbstoffen anfärben lassen.

In der nächst höheren Zellage, dem stratum lucidum, fließen diese Granula zu einer stark lichtbrechenden, homogenen, azidophilen Masse, dem Elaidin, zusammen, welches die sich immer mehr abflachenden Zellen durchtränkt (19). Die Bedeutung des stratum lucidum liegt nach S a a l e c k e r (14a) darin, daß es Verschiebungen der festen Hornschicht gegen das weiche, wasserreiche stratum granulosum zuläßt. Besonders ausgeprägt ist das stratum lucidum jedoch nur an Handinnenflächen und Fußsohlen. An der übrigen Haut fand S z a k a l l (19b) stattdessen eine aus dicht gelagerten Hornzellen gebildete 10 - 12 µ dicke Membran, die sich durch eine gewisse mechanische Widerstandskraft auszeichnet. Er nannte sie "barriera stratei cornei" und machte sie verantwortlich für die Regelung des Wassergehaltes der Epidermis. Diese mit der Haut fest verbundene Lage wird auch pars conjuncta des stratum corneum genannt im Gegensatz zu den lockeren, oberflächlicheren Hornschichten, die als pars disjuncta stratei cornei bezeichnet werden.

Nach B a r g m a n n (1a) braucht eine Zelle im Durchschnitt 30 Tage, um aus der oberen Lage des stratum germinativum an die Oberfläche der Hornhaut zu gelangen. Die Geschwindigkeit der Entwicklung ist jedoch von zahlreichen inneren und äußeren Faktoren abhängig wie z.B. Belastung, Durchblutung, Hormoneinwirkung, Vitaminzufuhr, Bestrahlung, Temperatur usw.

Als Grenzorgan zur Außenwelt fallen der Haut zahlreiche Aufgaben zu, die die Wechselwirkungen des Körpers mit der Außenwelt in bestimmter Weise regeln (6).

Neben den physikalischen Eigenschaften der Haut, den mechanischen und thermischen Schutzfunktionen, sind in diesem Zusammenhang die physikalisch-chemischen Eigenschaften besonders wichtig.

Als Schutzorgan gegen äußere Einwirkungen ist die Haut so eingerichtet, daß sie physikalisch - chemischen Einflüssen Widerstand leisten bzw. ihren Einfluß ausgleichen kann. Ihre Oberfläche ist mit einer Wasser-Lipidschicht bedeckt, die neben Glyceriden und Wachsen, freie Fettsäuren und Stearine enthält. Nach längerem Kontakt mit der Haut können Lösungen in die Hornschicht eindringen und sie zum Quellen bringen. An den meisten Stellen der Hautoberfläche finden wir eine saure Reaktion. Die Haut ist von einem "Säuremantel" umgeben (12), der infolge der Verdunstung von ekrinem Schweiß und der Azidität des Keratins entsteht und dessen Messungen mit der Glaselektrode (B l a n k 1939) einen pH - Bereich von 4 bis 7 ergab. Die physiologische Bedeutung dieses Säuremantels liegt u.a. in seiner Schutzwirkung gegen Mikroorganismen (6). Die vorliegende Arbeit soll klären, inwieweit mit einer Zerstörung der Hautschutzfunktion nach Anwendung von mechanisch reinigenden Mitteln gerechnet werden muß, und ob beim Waschvorgang eventuell tiefere Schichten der Epidermis tangiert werden.

IV. Methode und Material

a) Bestimmung des Waschеffektes

Bei der hier angewandten Methode (28, 21) wird ein auf die Haut gebrachter Modellschmutz mittels eines speziell dafür entwickelten Waschgerätes teilweise wieder entfernt. Die Waschwirkung wird durch die Messung mit dem Reflexionsphotometer vor und nach der Beschmutzung mit Modellschmutz sowie nach dem Waschvorgang ermittelt. Die nach dem Waschen verbleibende Färbung der Haut entspricht dem Grad des Waschеffektes.

Als Modellschmutz wurde eine lippenstiftähnliche Rezeptur benutzt, die fett- und wasserlösliche Farbstoffe sowie Pigmente enthält und so dem natürlichen Schmutz besonders ähnlich erscheint (18d).
Als Waschapparatur diente eine nach B l a i c h und G e r l a c h (2) von T r o n n i e r und B u s s i u s (28) modifizierte Waschglocke, in der ein Rührer die Waschflotte in Bewegung setzt, an dessen Ende zwischen zwei Metallplatten ein Gummischwamm bzw. der zu untersuchende feste Abriebstoff eingespannt wurde. Dieses Gerät erlaubt unter definierten, leicht reproduzierbaren Bedingungen eine Nachahmung des natürlichen Waschvorganges.

Die Messung der Verschmutzung geschah mit dem Reflexionsphotometer E l r e p h o der Firma Zeiss (22). Es handelt sich um ein elektrisches Remissionsgerät, welches durch direkte Photometrie das von der Haut reflektierte Licht mißt. Die Eichung erfolgt mittels frisch sublimiertem Magnesiumoxyd, dessen Reflexionswert gleich 100 gesetzt wird. Mehrere Filter mit Durchlässigkeitsmaxima bei verschiedenen Wellenlängen gestatten die Einstellung des Gerätes auf die gewünschte Wellenlänge. In den vorliegenden Versuchen wurde mit zwei Filtern gearbeitet, deren Durchlässigkeitsmaxima bei 620 mu und 490mu liegen.

Die Reflexionswerte können an einer Einstelltrommel am Gerät abgelesen werden und stellen Prozentangaben bezogen auf Magnesiumoxyd dar. Eine Abnahme der Remissionsgröße entspricht also einer dunkleren Hautfarbe.

b) Messung des Hornschichtabriebes

Zur Bestimmung des Hornschichtabriebes war es notwendig, die Hornschicht mit einer Substanz anzufärben, die weder durch Lösungsmittel noch durch Emulsionswaschmittel von der Haut zu entfernen ist. Als hierfür am geeignetsten erschien das Auftragen von Dihydroxyaceton, welches z.B. auch in handelsüblichen Bräunungsmitteln enthalten ist. Durch das Auftragen einer Lösung von DHA auf die Haut kommt es zu einer Anfärbung der Hornschicht und nicht etwa zu einer Pigmentation durch Melanin (3). Die Bräunung wird durch die simultane Einwirkung von Aminosäuren und DHA auf die Hornschicht erreicht und zwar auf bestimmte chemische Gruppen der Aminosäuren. Die Intensität der Braunfärbung ist abhängig von der Konzentration der DHA-Lösung und der jeweiligen Aminosäure in der Hornschicht. "Die lebhaftesten Färbungen entstehen mit den Aminosäuren Tryptophan, Glykokoll und Methionin, während bestimmte Diaminosäuren oder solche, die zwei Karboxylgruppen enthalten, nur wenig oder gar keine Färbung ergeben" (B r u n) (3). Formol, das diese Aminogruppen blockiert, verhindert teilweise das Entstehen einer Färbung. Diese Farbreaktion läuft auch unter Luftabschluß ab; folglich ist die Anwesenheit von Sauerstoff nicht notwendig. Da sich DHA normalerweise im Organismus befindet, ist es nicht toxisch und löst auch keine kontaktallergischen Reaktionen aus (3). Die Messung der Hautfarbe vor und nach dem Waschen mittels der obengenannten Waschglocke wurde wieder mit dem Reflexionsphotometer bei 490 m/u vorgenommen. Die Zunahme der Remissionsgröße entsprach daher dem Grad des Hornschichtabriebes.

Zur Kontrolle und Bestätigung der mit der oben angegebenen Methode erhaltenen Werte wurden nach den Waschvorgängen an den behandelten Stellen und an einem Kontrollfeld Exzisate entnommen und diese histologisch untersucht. Dies geschah aus technischen Gründen an der Unterschenkelinnenseite. Außerdem wurde die Hornschichtdicke vergleichend mit dem Okularmikrometer bestimmt.

c) Bestimmung der Alkalineutralisationsfähigkeit

Zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Haut ist heute die Prüfung der Alkalineutralisation eine der wichtigsten Standardmethoden. Über die elektrometrische Messung des pH-Wertes der Haut hinaus, die S c h ä d e und M a r c h i o n i n i (15) 1928 zuerst durchführten, erkannte B u r c k h a r d t (4) 1936 die Fähigkeit der Haut, auf Grund ihres Säuremantels schwache Laugen zu neutralisieren. Die von B u r c k h a r d t (4) (5) angegebene Methode der Alkalineutralisation wurde von T r o n n i e r (27, 16) modifiziert. Bei einer modifizierten AN werden in einer durchsichtigen Saugglocke, die eine Grundfläche von 9,25 cm^2 hat, 4 cm^3 einer n/2000 Natronlauge auf die Haut gebracht. Die Natronlauge ist mit einem Mischindikator aus Phenolphthalein und Tashiro-Indikator versetzt. T r o n n i e r und B u s s i u s (27) empfehlen drei Neutralisationen nacheinander. Aus ihren Untersuchungen ist ersichtlich, daß die Neutralisationszeiten der unbehandelten Haut von der 1. bis zur 3. Neutralisation in der Regel zunehmen. Die erste Neutralisation ist verursacht durch die auf der Hautoberfläche befindlichen neutralisationsfähigen Substanzen, während die folgenden vom Gehalt der Hornschicht an neutralisationsfähigen Stoffen und vom Quellungszustand der Epidermis bestimmt sind, welche die Diffusion solcher Stoffe aus der Tiefe begünstigen(23). Durch Einwirkung von Waschmitteln und Seifen kommt es zu einer Verlängerung der AN-Zeiten. J a c o b i (9) führt dieses Phänomen auf das Herauslösen saurer Imprägnierungsprodukte aus der Haut durch das Wasser zurück.

d) Messung der Hauttemperatur

Als mögliches Verfahren, die Reizung der Haut durch den Waschvorgang mit meßbaren Größen zu ermitteln, stand weiterhin die Thermometrie zur Diskussion. Die hierzu heute gebräuchlichste Methode ist die thermoelektrische Messung. Dabei wird eine Thermoelement in direkten Kontakt mit einer Hautstelle gebracht. Das Verfahren beruht auf folgendem 1821 von Th. J. S e e b e c k beschriebenen Prinzip (8): erwärmt man zwei Lötstellen zweier verschiedener zu einem Kreis gebogene Metalldrähte unterschiedlich, so entsteht zwischen beiden Lötstellen eine Spannungsdifferenz, die dieser Temperaturdifferenz proportional ist. Die Spannungsdifferenz wird umgewandelt in einen Thermostrom und abgelesen an einem Galvanometer. Um absolute Werte messen zu können, muß die Temperatur einer Lötstelle konstant gehalten werden und das Gerät entsprechend geeicht werden. Um mögliche Meßfehler gering zu halten, werden Temperaturmessungen bei allen Versuchspersonen unter gleichen Raumbedingungen durchgeführt. Kurzes und leichtes Aufsetzen des Meßfühlers vermeidet dabei Wärmestauungen. Bei diesem Versuch wurde das Gerät T h e r m o r a p i d der Firma Medeor, Hamburg, verwendet.

e) Bestimmung der Feuchtigkeitsabgabe der Haut

Die Aufgabe, einen zu starken Wasseraustritt aus den wasserreichen Epidermisschichten durch das wasserarme stratum corneum nach außen zu verhindern, spricht S z a k a l l (20) allein dem stratum lucidum zu, das er auch als Wasserbarriere bezeichnet. S z a k a l l zeigte in Versuchen, daß die Funktion der Barriere aufgehoben werden kann, wenn man 0,5 %iges Natrium-Laurylsulfat auf die Haut bzw. auf die eingelagerten Lipide einwirken läßt, oder wenn die Hornschicht mit Äther entfettet wird. Der Feuchtigkeitsgehalt des stratum granulosum sinkt von 72% beim Übergang

in die Barriere auf 10 %, um sich bis zur Oberfläche weiter auf 2 % zu verringern (24).
Zur Messung der Feuchtigkeit wurde das Gerät der Firma Femia, Berlin, benutzt. Ein mit einer Meßkapsel auf die Haut aufzusetzender Halbleiter ändert seinen Widerstand je nach Grad der relativen Feuchtigkeit. Je größer die relative Luftfeuchtigkeit, desto geringer ist der Widerstand. Nach einer festgelegten Zeit - nach T r o n n i e r und H o p p e - S e y l e r (30) haben sich zwei Minuten bewährt - wird der Anstieg direkt in Skalateilen des Meßinstrumentes abgelesen. Definiert wird der erhaltene Wert durch die absolute Feuchtigkeitsabgabe pro Flächeninhalt Haut in der Zeiteinheit (30).

f) Messung der Resonanzfrequenzänderung

Als Organkolloid ist die Haut in der Lage, ihre biologische Elastizität entsprechend ihrem Wassergehalt zu verändern (19c). Eine Quellung der Haut, wie sie z.B. durch externe Maßnahmen hervorgerufen wird, betrifft hauptsächlich das stratum corneum (23). Der Wassergehalt des stratum corneum kann durch ein Wasser - oder Seifenbad von 2 % auf nahezu 50 % erhöht werden (25). Für die Quellung der Haut sind außer dem Keratin die in der Talgschicht der Hautoberfläche enthaltenen hydrophilen Substanzen verantwortlich. Sie bewirken eine Emulgierung des Wassers, der Mucosaccharide, Aminosäuren und der löslichen Proteine. Fehlt der Haut die Talgschicht oder fehlen ihr die Emulgatoren, oder fehlen schließlich die wasserlöslichen Bestandteile innerhalb der Hornschicht, so resultiert eine Austrocknung. Die von T r o n n i e r und W a g e n e r (31) ausgearbeitete Methode der Messung der Frequenzleitfähigkeit der Haut macht es möglich, Quellung und Austrocknung zu erfassen.

Eine Frequenz zwischen 150 und 300 Hz wird kontinuierlich über einen Sendestift auf die Haut übertragen und in einem gewissen Abstand diese Schwingung wieder aufgenommen. Eine Austrocknung der Haut führt zu einer höheren, eine Quellung zu einer niedrigeren Frequenz des maximalen Ausschlages in der Registrierung. Das Amplitudenmaximum zeigt die Lage der Resonanzfrequenz an. Die Messung der Resonanzfrequenz wurde vor und unmittelbar nach dem Waschen durchgeführt.

g) Bestimmung der Rauhigkeit der Haut

Aus der Einwirkung von Waschlösungen resultiert eine Veränderung der Oberflächenstruktur. J ä g e r und J ä g e r (10) sehen als Ursache der Rauhigkeit die Ausbildung eines Systems von offenen "V - Räumchen" zwischen aufgebogenen Hornschüppchen an, entstanden durch Einreißen und Aufbiegen der oberen Hornschicht. Hieraus erklärt sich die stärkere Anschmutzbarkeit der Hautoberfläche und die erschwerte Schmutzentfernung durch Waschmittel an der rauhen Haut. Auf dieser Tatsache beruht auch die von S c h n e i d e r , T r o n n i e r und B u s s i u s (17) entwickelte Methode der Rauhigkeitsmessung, bei der als Anfärbemittel das wasserlösliche Methylenblau diente.

T r o n n i e r und E i s b a c h e r (29) modifizierten diese Methode, indem sie statt des Methylenblau den unlöslichen Farbstoff Hostapermblau verwendeten, dessen Stabilität gegenüber Chemikalien und auch seine mikroskopisch nachgewiesenen ausschließlichen Ablagerungen in den Hornschichtspalten Vorteile bieten gegenüber dem bisher verwendeten Methylenblau. Bei der Hostapermblau - Methode wird die zu untersuchende Hautstelle, nach vorheriger reflexionsphotometrischer Messung und Behandlung mit Waschmitteln, mit 0,02 ml der Farbstofflösung angefärbt. Nach einer Trockenzeit von fünf Minuten werden

4 ml einer 0,5 %igen Natrium-Laurylsulfatlösung in eine auf das Meßfeld aufgesetzte Meßglocke eingefüllt, und die Extremität 4 Minuten lang leicht hin- und herbewegt. Nach Ablauf dieser Zeit wird die Glocke abgenommen, das Meßfeld kurz mit Wasser abgespült und nach 10 Minuten Trockenzeit erneut die Reflexion gemessen. Die Reflexionsdifferenz dieser letzten Messung zum Ausgangswert in Prozenten gibt den Grad der Rauhigkeit an. Ein hoher Wert bedeutet also eine gute Farbstoffhaftung und somit auch eine starke Rauhigkeit der Haut.

V. Eigene Untersuchungen

Geprüft wurden folgende Präparate:

Dekontacoll - Stein trocken
Dekontacoll - Stein feucht
Contra - Color
Abrador

Nach Angaben der Firma Collo - Rhein = collodium - Köln GmbH handelt es sich bei Dekontacoll um einen Schaumstoff auf der Basis von Poyurethanen, d.h. um hochmolekulare Polyadditionsprodukte von Di- oder Triisocyanaten mit Verbindungen, die aktive Wasserstoffatome enthalten. Dekontacoll ist aufgebaut auf dem Diisocyanat Desmodur T 65 und einer Polyhydroxalverbindung, die aus Adipinsäure und Diäthylglycol besteht. Der Gebrauch des Dekontacoll - Steines ist bei radioaktiver Kontamination der Haut angezeigt. Contra - Color, ein Produkt der Firma Dr. med. J. Ellendorff & Co Wuppertal ist ein Kombinationspräparat aus Sand und dem Hautfermentwirkstoff Physiogen unter Zusatz eines Lösungsmittels. Das von der Firma Luhns - Wuppertal hergestellte Abrador enthält die Komponenten Seife, Sand und kosmetische Wirkstoffe wie Lanolin, Lecithin und Physiogen.

Zum Vergleich wurden die Messungen mit einem handelsüblichen Seifenkörper und mit Wasser durchgeführt. Bei Bedarf wurde ein unbehandeltes Kontrollfeld hinzugezogen. Von den Präparaten Contra - Color, Abrador und von der Seife wurden 2%ige Lösungen hergestellt. Der Dekontacoll - Stein wurde in eine den Gummischwämmchen entsprechende Form geschnitten, die Kanten abgerundet und in den Rührer der Waschglocke eingespannt. Um Irritationen der Haut möglichst zu vermeiden, wurde jeweils nur 1 Minute gewaschen. Für die Untersuchungen wurden pro Versuchsreihe je 20 meist männliche Versuchspersonen herangezogen. Das Alter lag durchschnittlich bei 32 Jahren. Alle Versuchspersonen waren vor den Versuchen 20 Minuten den gleichen Raumbedingungen ausgesetzt (relative Luftfeuchtigkeit von 50 % bei 23°C). Die Messungen wurden bei allen Versuchspersonen an den Unterarminnenseiten vorgenommen, da die Haut hier nach T r o n n i e r (26) "in sich recht ähnlich" ist, und die Werte bei den verschiedenen Meßverfahren etwa in der Mitte des übrigen Körpers liegen. Außerdem können dort bequem Messungen durchgeführt werden, weil der Arm ausreichend beweglich ist.
Mit einem Ringstempel von 5 cm Durchmesser wurden je 3 Hautfelder markiert. Um Unterschiede zwischen rechtem und linkem Arm sowie proximalen und distalen Hautbezirken auszugleichen, wurden die Meßfelder innerhalb der Versuchsreihen von Person zu Person gewechselt.

a) Bestimmung der Waschwirkung

Versuchsanordnung:

1. Markierung der Hautfelder
2. Messung der Hautfarbe mit Filter 5 bei 490 m/u
3. Anfärben des Hautfeldes mit 0,02 ccm rotem Modellschmutz, der mit einem durch einen OP - Fingerling geschützten Finger gleichmäßig verrieben wird.
4. 5 Minuten trocknen lassen, überschüssige Farbe mit Filterpapier zweimal abtupfen
5. Messung der Hautfarbe
6. 1 Minute waschen mit 15 ccm der Waschlösung (ohne Lösung bei Versuch mit Dekontacoll - Stein trocknen)
7. Mit aqua dest kurz abspülen
8. 5 Minuten trocknen lassen
9. Messung der Hautfarbe

Tab. 1 Mittelwerte der Messung der Waschkraft nach Anfärbung mit Modellschmutz in %.

Waschwirkung	
Wasser	34,8 %
Seife	74,3 %
Abrador	77,9 %
Contra - Color	80,8 %
Dekontacoll tr.	42,6 %
Dekontacoll f.	58,5 %

Die Meßergebnisse zeigen erwartungsgemäß eine geringe Waschwirkung von Wasser. Der Waschеffekt von Seife liegt deutlich höher, der von Abrador gering über dem der Seife. Die beste Reinigungswirkung hat Contra - Color. Deutlich geringer als Seife reinigt Dekontacoll feucht während die Waschkraft von Dekontacoll trocken etwas über der des Wassers liegt.

b) Bestimmung des Hornschichtabriebes

Versuchsanordnung:

1. Am Tage vor Versuchsbeginn dreimaliges gleichmäßiges Einreiben der Unterarminnenseiten mit Jade-fix-braun der Firma Curta & Co GmbH, Frankfurt
2. Markierung der Hautfelder
3. Messung der Hautfarbe mit Filter 2 bei 620 m/u
4. 1 Minute waschen mit 15 ccm Waschlösung
5. Abspülen mit aqua dest und 5 Minuten trocknen lassen
6. Messung der Hautfarbe

Tab. 2 Reflexion bezogen auf die mit DHA angefärbte Haut = 100 %

Hornschichtabrieb	
Wasser	5,2 %
Seife	7,6 %
Abrador	16,0 %
Contra - Color	12,8 %
Dekontacoll tr.	19,7 %
Dekontacoll f.	39,2 %

Die Meßergebnisse zeigen für Wasser und Seife nur ganz geringen Hornschichtabrieb. Die Werte für Contra - Color und Abrador liegen etwa in der gleichen Größenordnung. Etwas höher liegt der Abrieb für Dekontacoll trocken; der Hornschichtabrieb bei Dekontacoll feucht ist bedeutend größer als bei Dekontacoll trocken.

c) Histologische Untersuchungen

Versuchsanordnung:

1. Markierung der Hautfelder an der Innenseite des Unterschenkels
2. 1 Minute waschen (ohen Waschgerät)
3. Entnahme von Exzisaten aus 6 gewaschenen Hautfeldern und einem Kontrollfeld
4. Anfertigung von histologischen Schnitten
   a) Hämatoxylin - Eosin - Färbung
   b) van Gieson - Färbung.
5. Ausmessen der Hornschichtdicke unter dem Mikroskop unter Verwendung eines geeichten Okularmikrometers.

Tab. 3

	Skalenteile										SKT Mittelwerte	Hornschichtdicke in mu	Prozentangaben bezogen auf Kontrollfeld = 100%
Kontrollfeld	9	9	6	8	8	12	10	6	8	7	8,3	66,0 mu	100,0 %
Wasser	12	6	10	8	6	5	6	7	9	8	7,7	61,0 mu	92,5 %
Seife	5	6	6	7	6	7	8	6	7	6	6,4	50,5 mu	76,5 %
Abrador	4	2	3	2	4	2	3	0	5	2	2,7	21,3 mu	32,2 %
Contra-Color	5	4	5	5	4	4	4	4	5	6	4,6	36,3 mu	55,0 %
Dekontacoll-trocken	3	1	0	1	EV	0	2	2	1	0	1,0	7,9 mu	12,0 %
Dekontakoll-feucht	2	1	0	EV	1	EV	EV	0	2	1	0,7	5,5 mu	8,3 %

100 Skalenteile = 0,79 mm

EV = Epidermisverlust

Die Hornschichtdicke war bei Dekontacoll feucht stark verringert. An vielen Stellen fehlte die Hornschicht vollkommen. Bemerkenswert war hier ein mehr oder minder hoher Epidermisverlust. Der Hautabrieb mit Dekontacoll trocken ergab ein ähnliches Resultat. Jedoch war eine Läsion der Epidermis nicht so häufig zu sehen wie bei Dekontacoll feucht. Nach dem Waschen mit Abrador blieben 32,2 %, mit Contra - Color 55 %, mit Seife 76,5 % und mit Wasser 92,5 % der Hornschicht erhalten.

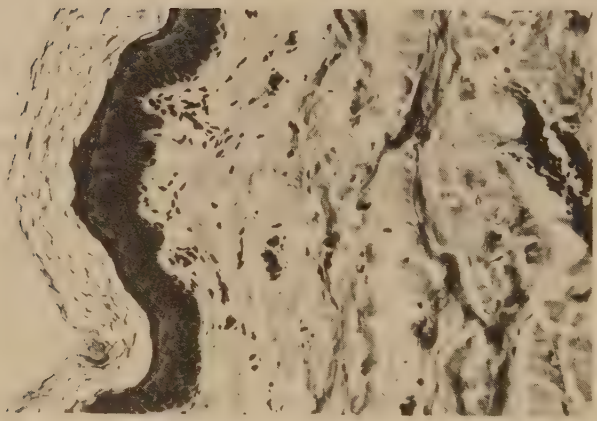

Abb. 1 Haut der Unterschenkelinnenseite
Kontrollfeld
H.-E.-Färbung 170 x.

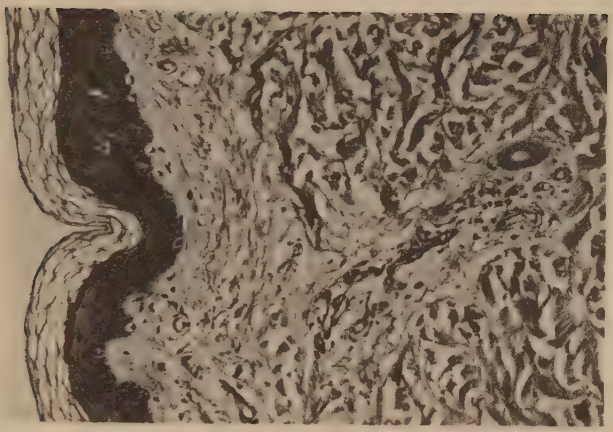

Abb. 2 Haut der Unterschenkelinnenseite
gewaschen mit Wasser
H.-E.-Färbung 170 x

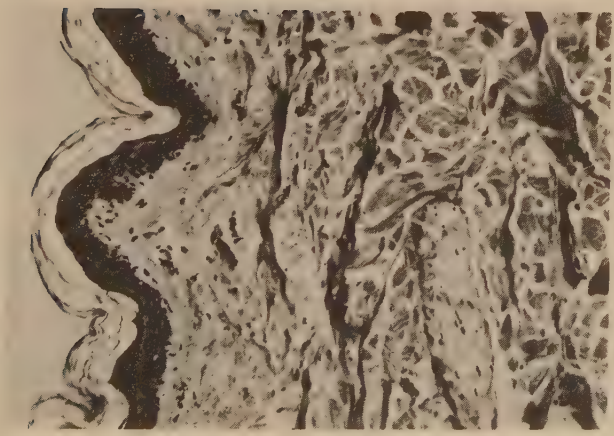

Abb. 3 Haut der Unterschenkelinnenseite
gewaschen mit Seife
H.-E.-Färbung 170 x

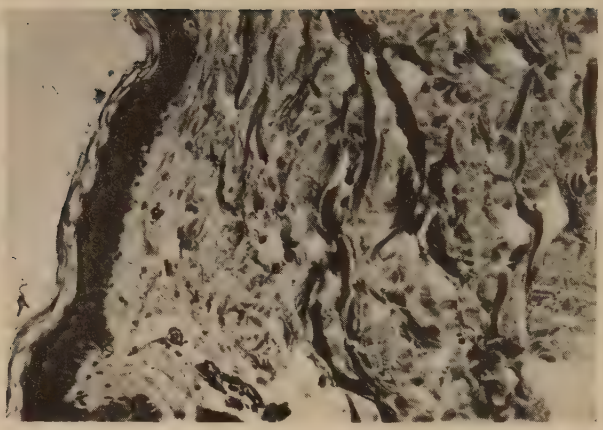

Abb. 4 Haut der Unterschenkelinnenseite
gewaschen mit Abrador
H.-E.-Färbung 170 x

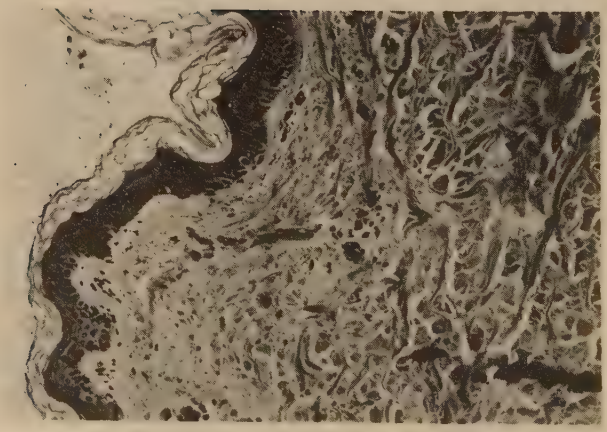

Abb. 5 Haut der Unterschenkelinnenseite
gewaschen mit Contracolor
H.-E.-Färbung 170x

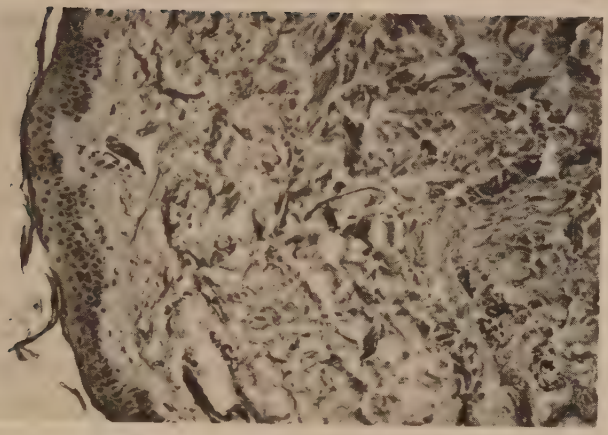

Abb. 6 Haut der Unterschenkelinnenseite behandelt mit Dekontacoll trocken H.-E.-Färbung 170x

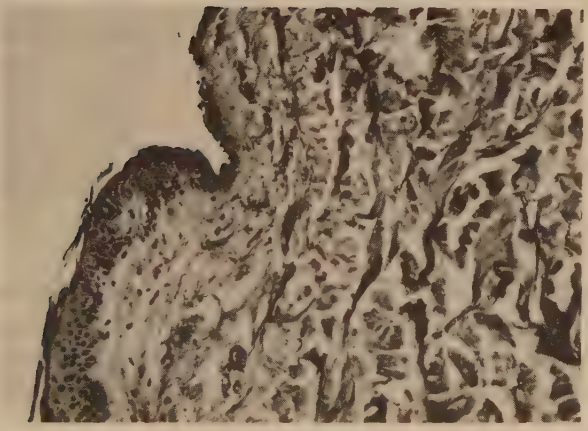

Abb. 7 Haut der Unterschenkelinnenseite behandelt mit Dekontacoll feucht H.-E.-Färbung 170 x

d) Bestimmung der Alkalineutralisationszeiten

Ansetzen der Lösung:

0,5 ml n/10 NaOH
0,5 ml Phenolphthalein
1 %ig in 50 % Alkohol (vergällt)
0,5 ml Tashiro - Indikator in 100 ml Kolben mit Ampuva (aqua destillata) auf 100 ml auffüllen.

Versuchsanordnung:

1. Markierung der 6 Hautfelder und eines Kontrollfeldes
2. 1 Minute mit 15 ccm Waschlösung waschen
3. Saugnäpfe mit 4 ccm alkalischer Lösung mittels Vakuum befestigen
4. Zeit bis zum Umschlagpunkt nach farblos messen
5. Pro Meßfeld 3 Neutralisationen durchführen.

Tab. 4 Mittelwerte der Alkalineutralisationszeiten in Sek.

	Summe	1. AN	2. AN	3. AN
Leerfeld	690	180	260	250
Wasser	696	218	245	233
Seife	1375	455	481	439
Abrador	1157	375	410	372
Contra - Color	946	285	331	330
Dekontacoll tr.	858	270	309	279
Dekontacoll f.	799	217	249	233

Die mit Dekontacoll trocken und feucht behandelten Hautfelder zeigen nur mäßig erhöhte Neutralisationszeiten gegenüber dem mit Wasser behandelten Testfeld und dem Kontrollfeld. Etwas langsamer neutralisiert die mit

Contra - Color gewaschene Haut. Deutlich erhöht sind die Zeiten der Felder, die mit Seife und Abrador gewaschen wurden.

e) Temperaturmessung

Versuchsanordnung:

1. Hautfelder anzeichnen
2. Innerhalb dieser Hautfelder 5 bestimmte Punkte markieren
3. Temperatur an diesen Punkten messen und Mittelwert errechnen
4. Hautfelder 1 Minute mit 15 ccm Waschlösung waschen
5. Mit aqua dest. kurz abspülen und Feuchtigkeit abtupfen
6. Sofort Temperatur messen wie oben
7. 5 Minuten, 10 und 15 Minuten nach Waschvorgan erneut Temperatur messen.

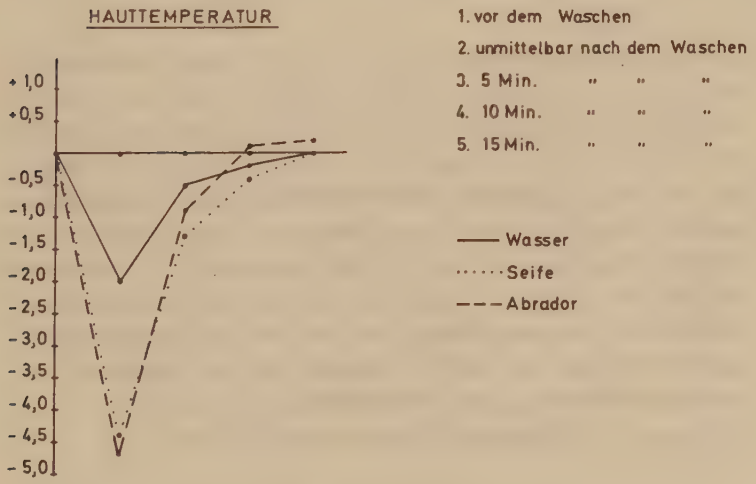

Abb. 8 Hauttemperatur

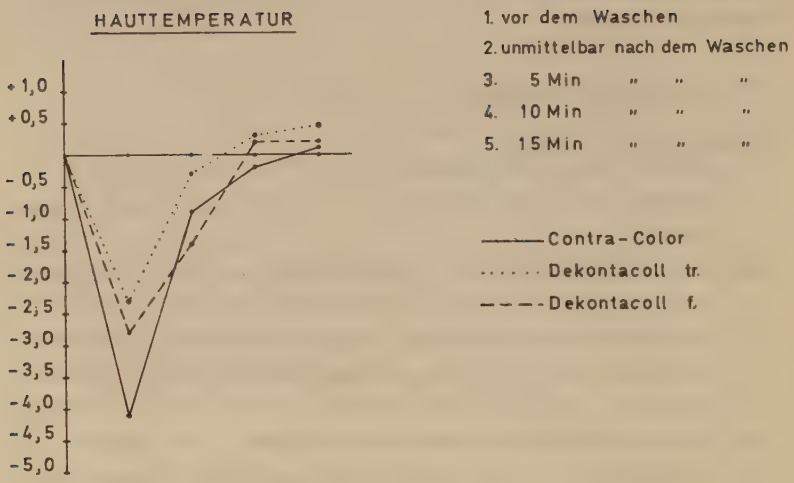

Abb. 9 Hauttemperatur

Die beiden graphischen Darstellungen zeigen bei allen Waschmitteln zunächst eine Abkühlung der Haut, die bei Wasser, Decontacoll feucht und Decontacoll trocken niedriger liegt als bei den anderen Waschmitteln. Nach 15 Minuten ist bei Wasser und Seife die Ausgangstemperatur wieder erreicht, während bei den anderen Reinigungsmitteln, am deutlichsten bei Dekontacoll trocken, die Temperatur etwas erhöht ist.

f) Bestimmung der Feuchtigkeitsabgabe nach dem Waschen

Versuchsanordnung:

1. Hautfelder markieren
2. Leerwerte messen
3. 1 Minute mit 15 ccm Waschlösung waschen
4. Nach 2 Minuten Trockenzeit sofort Feuchtigkeit messen

Tab. 5 Relative Feuchtigkeit
Steigerung der Feuchtigkeitsabgabe der Haut nach dem Waschen in % relative Feuchtigkeit

Wasser	26,8
Seife	34,3
Abrador	42,1
Contra - Color	32,0
Dekontacoll tr.	5,5
Dekontacoll f.	68,7

Die Tabelle zeigt, daß sich die Werte für Wasser, Seife, Abrador und Contra - Color etwa in der gleichen Größenordnung bewegen. Bemerkenswert ist die auffallend geringe Feuchtigkeitsabgabe bei Dekontacoll trocken und die relativ hohe bei Dekontacoll feucht.

g) Prüfung der Resonanzfrequenz

Versuchsanordnung:

1. Leerwerte messen und Punkte markieren
2. 1 Minute waschen mit 15 ccm Waschlösung
3. kurz abspülen mit aqua dest. und abtupfen
4. Erneute Messung am markierten Punkt.

Die Tabelle 6 zeigt eine Quellung der Haut bei Anwendung von Wasser, Seife und Abrador, eine leichte Austrocknung bei Contra - Color. Stärker ist die Austrocknung bei Dekontacoll trocken zu sehen, am deutlichsten bei Dekontacoll feucht.

Tab. 6 Quellung bzw. Austrocknung

Änderung der Resonanzfrequenz durch Waschmittelanwendung

Leerfeld	175	Hz	+ - 0
Wasser	176	Hz	- 2,0
Seife	176	Hz	- 2,0
Abrador	176	Hz	- 3,0
Contra - Color	177	Hz	+ 1,0
Dekontacoll tr.	176	Hz	+ 2,5
Dekontacoll f.	174	Hz	+ 4,0

h) Bestimmung der Rauhigkeit

Herstellung der Farblösungen:

0,07 g Hostapermblau werden zu 20 ml einer 0,5 %igen Natrium-Laurylsulfatlösung gegeben und gut geschüttelt und danach die Farbstoffsuspension durch ein Filter (Schleicher und Schüll Nr. 595) gegossen.

Versuchsanordnung:

1. Hautfelder markieren
2. Hautfarbe messen mit Filter 2 bei 620mu
3. 1 Minute mit 15 ccm Waschlösung waschen und gut trocknen lassen
4. 0,02 ml Farbstofflösung auftragen
   5 Minuten trocknen lassen
5. Saugnäpfe mit 4 ml 0,5 %iger Natrium-Laurylsulfatlösung füllen und 4 Minuten einwirken lassen
6. Saugnäpfe abnehmen und Haut gut trocknen lassen
7. Reflexion messen

Den höchsten Rauhigkeitswert zeigt die mit Dekontacoll feucht gewaschene Haut. In absteigender Reihe folgen dann Dekontacoll trocken, Contra - Color, Abrador und Seife.

Tab. 7 Rauhigkeit der Hautoberfläche in %

Leerfeld	2,1
Seife	3,7
Abrador	6,8
Contra - Color	8,1
Dekontacoll tr.	9,7
Dekontacoll f.	12,4

i) Makroskopische Hautveränderungen

Nach Waschen der Testfelder mit Wasser und Seife war keine auffallende sichtbare Veränderung der Haut festzustellen. Das Hautfeld, das mit Contra - Color behandelt wurde, zeigte nach dem Waschvorgang eine geringe Rötung, die aber nur kurze Zeit anhielt. Sehr viel stärker und anhaltender war die Rötung der Haut nach dem Waschen mit Abrador. Noch deutlicher war die Irritation nach Dekontacoll trocken. Die Haut zeigte nach einigen Minuten im Bereich des Testfeldes ein Ödem. Rötung und Ödem gingen erst nach etwa 4 - 5 Stunden zurück. Die Anwendung von Dekontacoll feucht bewirkte bei fast allen Versuchspersonen neben Rötungen des Testfeldes und auch der Umgebung Blutungen an verschiedenen Stellen innerhalb des Behandlungsfeldes mit Austritt von Exsudat und einem Ödem. Die Hautverletzung war erst nach 5 - 6 Tagen z.T. narbig verheilt.

Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurden einerseits klassische Emulsionswaschmittel, sowohl allein als auch in Kombination mit anderen Waschmitteln verwendet, andererseits Lösungswaschmittel, wieder allein und in Kombination mit mechanischen Abriebmitteln und schließlich auch diese allein. Gegenüber früheren klassischen Untersuchungen, in denen in der Regel Emulsionswaschmittel unterschiedlicher Struktur vergleichend geprüft wurden, war bei dieser Versuchsreihe zu erwarten, daß in einzelnen Testverfahren sich durch die Versuchsmethodik bedingte Wirkungsunterschiede ergeben mußten, die nicht ohne weiteres mit der Indikation und dem praktischen Effekt der Präparate in Einklang zu bringen waren.

So zeigte sich bei der Verwendung des auf Lipidgrundlage hergestellten Modellschmutzes erwartungsgemäß das Präparat mit einem Lösungsmittel am wirksamsten. Wirksamer als Seife war dann, was ebenfalls zu erwarten war, auch eine Kombination von Seife und mechanischen Abriebmitteln. Die reinen Abriebmittel dagegen bewährten sich in diesem Test weder in angefeuchtetem noch in trockenem Zustand und ihre Werte liegen deutlich unter den üblichen Waschrohstoffen auf Tensid - Basis. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß diese reinen Abriebmittel, die bevorzugt zur Beseitigung radioaktiver Kontamination eingesetzt werden sollen, dann keine ausreichende Wirkung haben, wenn diese Kontamination zum Beispiel in Salben oder anderen Lipiden auf die Haut gelangt.

In dem neu entwickelten Test zur Bestimmung des Hornschichtabriebes ergab sich dagegen eine deutliche Überlegenheit der mechanischen Abriebmittel bzw. ihres

Zusatzes. Der Effekt war am besten, wenn diese Abriebmittel zusätzlich noch angefeuchtet waren, weil - auch dies entspricht einer praktischen Erfahrung - sich die gequollene Hornschicht natürlich leichter abreiben läßt als eine trockene. Der Abriebeffekt war auch besser, wenn die Haut durch Seife gequollen war, als wenn sie durch Lösungsmittel etwa ausgetrocknet wurde. Seife und Wasser hatten den geringsten Effekt, wobei allerdings auffiel, daß auch durch die Seife eine gewisse Hornschichtentfernung nachzuweisen war. Dieses zunächst im Test mit DHA ermittelte Ergebnis, deckte sich dann auch mit der mikroskopischen Untersuchung, wobei zu bemerken ist, daß auch eine reine Wasseranwendung schon eine gewisse Entfernung von Hornschichtanteilen der pars disjuncta bewirkt und Seife immerhin etwa 25 % der Hornschicht entfernt. Erwähnt werden muß dabei jedoch, daß zusätzlich zu der Seifenanwendung ja in der Waschapparatur auch ein mechanischer Abrieb mit einem Schwamm erfolgte. Auch in diesem Test erwies sich dann wieder, daß Abrador als Mischung aus Seife und mechanischem Abriebmittel wirksamer war als das Lösungsmittel mit mechanisch wirkenden Zusätzen. Am ausgeprägtesten war hier der Hornschichtabrieb durch die beiden rein mechanischen Abriebmittel, wieder stärker bei zusätzlicher Anfeuchtung der Haut. Der Effekt dieser reinen Abriebpräparate war dabei so ausgeprägt, daß es nicht nur zu einem vollständigen Hornschichtverlust in weiten Partien des Meßfeldes kam, sondern daß auch zum Teil die Epidermis mit abgerieben wurde und die auftretenden auch makroskopisch sichtbaren Läsionen nur narbig abheilten. Dies erscheint wichtig im Hinblick auf die Anwendbarkeit und die Dosierung derartiger Präparate auch bei radioaktiver Kontamination, da bei solchen tiefgehenden Schädigungen des Hautorgans na-

türlich auch eine Verschleppung der radioaktiven Substanzen in den Körper erfolgen kann.

Die Alkalineutralisationswerte entsprachen den Erwartungen in der Weise, daß die alkalisierenden Seifen, und zwar sowohl in reiner Form als auch in der Kombination mit mechanischen Abriebmitteln, die stärste Verlängerung der Neutralisationszeiten besonders in den ersten Werten ergaben, während das Lösungsmittel gegenüber dem Wasser kaum zu einer Verlängerung der Erstneutralisationszeiten führte, und auch nicht die beiden Abriebmittel, Hier waren jedoch die Gesamtwerte dann ebenfalls etwas höher trotz des an sich erleichterten Ausgleiches neutralisationsfähiger Stoffe aus der Tiefe der Epidermis oder Cutis heraus.

Bei der Hauttemperaturmessung kam es unmittelbar nach dem Waschen durch die Abkühlung, und zwar stärker bei den alkalischen Lösungen als bei Wasser allein, zu einer Erniedrigungder Hauttemperatur. Sie war beonders stark auch nach Anwendung des Lösungsmittels erniedrigt. Eine Erhöhung der Hauttemperatur im Sinne einer reaktiven Hyperämie trat bei allen mechanisch wirkenden Reinigungsmitteln auf, am geringsten noch - wohl als Effekt der Lösungsmittelverdunstung - durch das Präparat Contra - Color.

Die Feuchtigkeitsabgabe der Haut wurde durch Seife gegenüber der reinen Wasseranwendung etwas erhöht, noch stärker bei zusätzlichem mechanischem Abrieb und etwas geringer durch das Lösungsmittel, wobei hier offenbar der abschwächende Einfluß des Lösungsmittels durch die abrasiven Inhaltsstoffe verstärkt wurde. Keinen Effekt hatten die reinen Abriebstoffe, wenn es nicht zu einer wesentlichen Verletzung der Haut kam. Trat diese jedoch,

z. B. bei der Anwendung des feuchten Dekontacolls, auf dann wurde ein besonders hoher Feuchtigkeitsabgabewert von der jetzt "nackten" Epidermis aus beobachtet.

In der Resonanzfrequenzmessung ergaben sich erniedrigte Werte durch alle wässrigen und alkalischen Lösungen, während die Werte durch das Lösungsmittel enthaltende Präparat gering, durch die beiden mechanischen Abriebmittel etwas deutlicher, erhöht wurden.

Die Bestimmung der Rauhigkeit korrespondiert nicht in allen Werten mit denen des Hornschichtabriebes. Erwartungsgemäß war die Rauhigkeit durch Seife nur gering erhöht, durch alle mechanischen Abriebmittel dagegen deutlich stärker. Hier hat aber offenbar die Seife mildernd gewirkt, denn das Präparat Abrador, das zu einer stärkeren Verdünnung der Hornschicht geführt hat, ergab dabei geringere Rauhigkeitswerte als das zusätzlich austrocknende Präparat Contra - Color. Die stärkste Rauhigkeit zeigte die Haut nach Anwendung der beiden reinen Abriebmittel.

Zusammenfassend läßt sich auf Grund der durchgeführten Untersuchungen feststellen,

1. mechanische Abriebmittel sind nur im Zusammenhang mit Emulsionswaschmitteln oder Lösungswaschmitteln geeignet, lipidhaltige oder lipidartige Verschmutzungen der Haut in zufriedenstellender Weise zu entfernen. In dieser Form wirken sie jedoch offenbar besser als die reinen Lösungs- oder Emulsionswaschmittel.

2. Alle mechanischen Reinigungsmittel führen zu einem Hornschichtabrieb, der bei Zusatz von Lösungswaschmitteln offenbar geringer ist als bei Zusatz alkalischer, die Haut quellende Emulsionswaschmittel. Den

stärksten Abriebeffekt haben rein mechanisch wirkende Reinigungsmittel.

3. Der ausgearbeitete Test mit DHA kann zur Prüfung des Hornschichtabriebes verwendet werden, da sich seine Werte mit denen der histologischen Untersuchungen decken.
4. Mechanische Abriebmittel beeinflussen die Alkalineutralisation der Haut kaum, wie der vorliegende Versuch bewiesen hat, in dem im Wesentlichen die Wirkung der alkalischen Emulsionswaschmittel deutlich wurde. Auffällig ist jedoch, daß sich die Neutralisationszeiten in dem vorliegenden Versuch im Gegensatz zu früheren Untersuchungen bei Verdünnung der Hornschicht nicht wesentlich erniedrigen, wenn auch gerade für das stark irritierende Dekontacoll in der 2. und 3. Neutralisation niedrigere Werte als für die Kontrolle gefunden wurden.
5. Eine wesentliche Änderung der Resonanzfrequenz fand sich nicht. Dagegen beeinflußt der mechanische Abrieb in Abhängigkeit von der Abriebgröße und der Verletzung der Haut die experimentell zu ermittelnden Rauhigkeitswerte.
6. Für die Praxis ergibt sich daraus eine mögliche Abstufung des Einsatzes derartiger Waschmittel mit mechanischem Abrieb in der Weise, daß Kombinationen mit Lösungsmitteln oder Emulsionswaschmitteln zum Beispiel in der betrieblichen Hautreinigung für Spezialfälle notwendig oder sinnvoll sein können, allerdings dort mit einem gewissen Hornschichtverlust zu rechnen ist, sodaß eine Daueranwendung nicht indiziert erscheint. Reine mechanische Abriebmittel wären nach diesen Untersuchungen wegen der doch sehr ausgeprägten und in der Anwendung auch schwer kontrollierbaren Hornschicht- und

Epidermisschädigung nur für ganz spezielle Zwecke angezeigt. Auch bei radioaktiver Kontamination wäre unter Umständen zunächst ein Versuch mit den kombinierten Lösungs- bzw. Emulsionswaschmitteln mit mechanischen Zusätzen in vielen Fällen eher indiziert.

Zusammenfassung

Nach kurzem Eingehen auf die Waschverfahren und die Anatomie sowie die Physiologie der Haut wird über die experimentelle Prüfung verschiedener Waschmittel berichtet. Dabei standen im Vordergrund der Untersuchungen rein mechanische Waschmittel oder Waschmittel, in denen mechanich wirkende Bestandteile mit Lösungs- und Emulsionswaschmitteln kombiniert waren. Mit Hilfe einer großen Zahl von Untersuchungsmethoden konnte die Indikation der einzelnen Präparate und der Nachweis erbracht werden, daß alle mechanischen Waschmittel zu einem unterschiedlich starken Hornschichtabrieb führen, der bis zum Hornschichtverlust und einer intensiven Epidermisverletzung führen kann. Entsprechende Werte finden sich dann bei der Feuchtigkeitsmessung als Folge eines Flüßigkeitsverlustes aus der ungeschützten Epidermis bzw. Cutis heraus, sowie in den histologischen Präparaten. Im Rahmen dieser Untersuchung kann dann gezeigt werden, daß die Anfärbung der Haut mit Dihydroxyaceton ein brauchbares Maß für den Hornschichtabrieb darstellt, da die hier ermittelten Werte in Korrelation zu denjenigen der histologischen Kontrollen standen.

VIII. Literaturverzeichnis

(1) BARGMANN, W.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Georg Thieme Verlag Stgt. S. 638 (1951)

(1a) BARGMANN, W.: siehe (1) S. 637

(2) BIAICH, W., GERLACH, U.: Beitrag zur Methode der Prüfung von Hautwaschmitteln auf der Haut. Fette Seifen 57, 33-36 (1955)

(3) BRUN, R.: Über das Dihydroxyaceton, DHA Aesthet. Medizin 11, 111-114 (1962)

(4) BURCKHARDT, W.: Atlas und Praktikum der Dermatologie und Venerologie. Urban und Schwarzenberg, München (1964) 7. Auflage

(5) BURCKHARDT, W.: Funktionsprüfungen an der Haut in: Gottron-Schönfeld Dermatologie und Venerologie, Band I, 1 Georg Thieme Verlag Stgt. (1961)

(6) GÖPPERT, H.: Allgemeine Physiologie der Haut in Gottron-Schönfeld Dermatologie und Venerologie, Band I, 1 S. 151 Georg Thieme Verlag Stgt. (1961)

(7) GÖTTE, E.: Fette, Seifen 62, 789 (1960)

(8) HOFMANN, P.: Inaug. Diss. Tübingen (1970)

(9) JACOBI, O.: Physiologische Reaktion der Haut und ihre Beeinflussung durch Seifen. Hautarzt 2, 109-114 (1951)

(10) JÄGER, R., JÄGER, F.: Die Hautoberflächenstruktur, ihre Methodik und ihre Bedeutung für die Gewerbehygiene Arch. Gewerbepath., Gewerbehyg. 9, 276-287 (1939)

(11) LEBLOND, C.P.: Ann. New York Acad. Sci. 53, 464 (1951)

(12) MARCHIONINI, A., SCHMIDT, R., KIEFER, J.: Säuremantel der Haut und Bakterienabwehr II. Mitteilung: Über die regionäre Verschiedenheit der Bakterienabwehr und Desinfektionskraft der Hautoberfläche. Klin. Wochenschr. 17, 736-739 (1938)

(13) RÖSCH, M.: Fette, Seifen, Anstrichmittel 53, 627 (1951) 62, 661 (1950)

(14) SAALECKER, J.: Die fibrinäre Architektur der menschlichen Epidermis. Gegenbaurs morphol. Handbuch 88, 25 (1943)

(14a) SAALECKER, J.: siehe (14) S. 225

(15) SCHADE, MARCHIONINI, A.: Zur physiol. Chemie der Hautoberfläche. Arch. f. Dermatologie 154, 690 (1928)

(16) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H.: Untersuchungen über die Einwirkung von Schutzsalben und Waschmitteln auf der menschlichen Haut unter Anwendung einer modifizierten Alkalineutralisationsprobe. Berufsdermatosen 6, 1-17 (1958)

(17) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H., BUSSIUS, H.: Weitere Untersuchungen an Hautschutzsalben mit einer neuen Methodik. Hautarzt 10, 205-208 (1959)

(18) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H., WAGNER, H.: Reinigung und Pflege der Haut im Beruf unter besonderer Berücksichtigung der experimentellen und praktischen Prüfverfahren S. 1050 in: Gottron-Schönfeld Dermatologie und Venerologie Band I, 2 (1962) Georg Thieme Verlag Stgt.

(18a) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H., WAGNER, H.: siehe (18) S. 1052

(18b) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H., WAGNER, H.: siehe (18) S. 1048

(18c) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H., WAGNER, H.: siehe (18) S. 1047

(18d) SCHNEIDER, W., TRONNIER, H., WAGNER, H.: siehe (18) S. 1054

(19) STÜPEL, H., SZAKALL, A.: Die Wirkung von Waschmitteln auf die Haut S. 10 Dr. Alfred Hüthig, Heidelberg (1957)

(19a) STÜPEL, H., SZAKALL, A.: siehe (19) S. 4

(19b) STÜPEL, H., SZAKALL, A.: siehe (19) S. 49

(19c) STÜPEL, H., SZAKALL, A.: siehe (19) S. 131

(20) SZAKALL, A.: Experimentelle Daten zur Klärung der Funktion der Wasserbarriere in der Epidermis des lebenden Menschen. Berufsdermatosen 6, 171-192 (1958)

(21) TRONNIER, H.: Zur Standardisierung von Waschversuchen an der menschlichen Haut. Fette, Seifen 67, 512-514 (1965)

(22) TRONNIER, H.: Methodische und apparative Gesichtspunkte zur Messung der menschlichen Hautfarbe. Strahlentherapie 104, 146-155 (1957)

(23) TRONNIER, H.: Haut und Wasser Ärztl. Praxis 13, 2563-2589 (1961)

(24) TRONNIER, H.: Parfümerie und Kosmetik 43, 336 (1962)

(25) TRONNIER, H.: Über die Quellung und Austrocknung der menschlichen Haut und ihre praktische Bedeutung. Parfümerie und Kosmetik 43, 336-342 (1962)

(26) TRONNIER, H.: Meßtechnische Probleme bei der chromatographischen Prüfung von Waschmitteln. Fette, Seifen 67, 930-937 (1965)

(27) TRONNIER, H., BUSSIUS, H.: Neuere Untersuchungen über das Verhalten des pH-Wertes und der Alkalineutralisation der menschlichen Haut. Arch. klin. exp. Derm. 205, 586-596 (1958)

(28) TRONNIER, H., BUSSIUS, H.: Hautschutzmittelprüfung unter besonderer Berücksichtigung der Testung von betrieblich verwendnaren Waschmitteln. Berufsdermatosen 7, 274-286 (1959)

(29) TRONNIER, H., EISBACHER, I.: Über eine neue Methode zur Messung der Rauhigkeit der Haut. Berufsdermatosen 2, 89-95 (1970)

(30) TRONNIER, H., HOPPE-SEYLER, G.: Zur kombinierten Anwendung physik.-chem. und physikalischer Messverfahren an der Haut. Aesthet. Medizin 14, 261 (1965)

(31) TRONNIER, H., WAGENER, H.: Über die Frequenzfähigkeit der menschlichen Haut. Dermatologica 104, 135-151 (1952)

Herrn Professor Dr. med. H. Tronnier danke ich für die Überlassung des Themas und für ständiges Interesse und Hilfsbereitschaft während der Durchführung der Arbeit.

Herrn Professor Dr. med. W. Schneider bin ich für den Arbeitsplatz im Externa - Labor seiner Klinik sehr verpflichtet.

Lebenslauf

Am 9. 12. 1943 wurde ich, Uta Martin, in Meisenheim als Tochter des Kaufmanns Werner Martin und seiner Frau Edeltrud geb. Sottong geboren.

Von 1950 bis 1954 besuchte ich die Volksschule in Meisenheim und anschließend das Paul-Schneider-Gymnasium in Meisenheim, wo ich 1963 die Reifeprüfung bestand.

Im Sommersemester 1963 begann ich mit dem Studium der Zahnmedizin an der Universität Tübingen und legte dort im Dezember 1969 das Staatsexamen ab.